

Best Available Copy

证 明

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

申 请 日： 2000 03 24

申 请 号： 00 1 03501.0

申 请 类 别： 发明

发明创造名称： 数字彩色多层多阶光盘写入和读出方法

申 请 人： 清华大学

发明人或设计人： 徐端颐； 成先富

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT



中华人民共和国
国家知识产权局局长

王荣川

2003 年 11 月 28 日

权 利 要 求 书

1、一种数字彩色多层多阶光盘的数据写入方法，其特征在于该方法包括以下步骤：

(1)、制备一个光盘，首先用模压的方法制作光盘盘基，在盘基上镀 n 个记录层，每个记录层为一种光致变色材料，在第 n 个记录层的外侧镀全反射层，光盘的 n 个记录层的总厚度小于物镜的焦深，盘基上带有信道，信道被分为多个扇区，每个扇区的开始是扇区格式码，用来标识该扇区，格式码后面是数据区，用来存储数据；

(2)、旋转光盘，上下调整物镜的位置，让光盘的 n 个记录层位于物镜的焦深之内，而且在以下步骤中，使光盘的 n 个记录层始终位于物镜的焦深之内；

(3)、沿光盘径向稍稍移动物镜，使物镜焦点位于光盘信道上；读取信道上一个扇区的格式码，计算该扇区和写入数据所在的目标扇区的距离；然后沿光盘的径向使物镜移动相同的距离，让物镜焦点到达上述目标扇区所在的信道；

(4)、将写入数据分解成 n 路，每路数据由一个激光器写入，各激光器发出的激光的波长互不相同，分别为 λ_i ($i=1,2,\dots,n$)，随着光盘的转动，读取经过物镜焦点的每个扇区的格式码，等待上述目标扇区经过物镜焦点，当上述目标扇区的数据存储区域经过焦点时，根据上述 n 路数据，分别使 n 个激光器发出强度随时间变化的激光束，每个激光束的光强都有 m 个值 I_{il} ($l=1,2,\dots,m$)，因此每个记录层都是 m 阶存储；

(5)、上述 n 束激光经过物镜、盘基后聚焦到光盘的 n 个记录层上，物镜为消色差物镜，使得波长不同的 n 束激光聚焦于同一点，由于 n 个记录层全部位于物镜焦深之内，随着光盘的旋转， n 路数据分别被写入光盘的 n 个记录层，物镜焦点始终保持在上述目标扇区所在的信道上，直到数据写入过程结束

2、一种数字彩色多层多阶光盘的数据读出方法，其特征在于该方法包括以下步骤：

(1)、旋转光盘，上下调整物镜的位置，让光盘的 n 个记录层位于物镜的焦深之内；

(2)、沿光盘径向移动物镜，使物镜焦点位于光盘信道上；读取信道上一个扇区的格式码，计算该扇区和读出数据所在的目标扇区之间的距离；然后沿光盘的径向移动物镜，让物镜焦点到达上述目标扇区所在的信道；

(3)、随着光盘的转动，读取经过物镜焦点的每个扇区的格式码，等待上述目标扇区经过物镜焦点，当上述目标扇区经过焦点时，点亮 n 个半导体激光器，使它们发出不同波长的激光束，激光束的波长分别为 λ_i ($i=1,2,\dots,n$)，每个激光束的强度 I_i 不随时间变化，该强度小于光盘上 n 种光致变色材料中任何一种光致变色材料的光致变色反应阈值 A_i ；

(4)、上述 n 束激光经过物镜、盘基后聚焦到光盘的 n 个记录层上，物镜为消色差物镜，使得波长不同的 n 束激光聚焦于同一点，由于 n 个记录层全部位于物镜焦深之内，因此 n 种波长的激光可分别被 n 个记录层吸收；

(5)、上述 n 束激光分别被 n 个记录层吸收后，被全反射层反射，再经过物镜后进入 n 个探测器，该 n 个探测器分别接收 n 种波长的激光，检测 n 种波长激光的光强，根据光强变化读出 n 个记录层的数据，物镜焦点始终保持在上述目标扇区所在的信道，直到数据读出过程结束。

本发明涉及一种数字彩色多层多阶光盘写入和读出方法,属于光存储技术领域。

光存储是目前主要的信息存储方法之一。信息量的飞速增长,在容量和速度上对光存储提出了越来越高的要求。提高光存储容量的有效方法是增加存储的维度,如 DVD-ROM 就是通过增加记录层的方法来增大容量的,其原理如图 1 所示。单面双层 DVD 盘片由上记录层 1、半透半反层 2、下记录层 3、反射层 4、保护层 5 及厚度补偿盘 6 组成,数据通过模压的方法记录在上记录层 1 和下记录层 3 上,如图 1 所示。半透半反层 2 的反射率在 30% 左右,反射层的反射率大于 70%。读取上记录层 1 时,光束聚焦到上记录层 1 并被半透半反层 2 反射,探测器对反射光束的光强进行处理,得到记录数据和伺服信号。读取下记录层 2 时,将物镜下移,一部分光透过半透半反层 2,聚焦到下记录层 3 并被反射层 4 反射,反射光束的一部分透过半透半反层 2 被探测器接收,用来产生伺服信号和读出信号。该方法具有如下缺点:

1、盘片制造工艺复杂。模压好上记录层 1 并镀上半透半反层 2 后,需要再在其上模压记录层 3,此时容易破坏上记录层 1,致使盘片的成品率低,不可能再增加层数。

2、这种方法记录层数不能太多。因为对每一记录层,都需要增加相应的反射层和模压层,读出信号被急剧减弱,例如目前所用的双层盘,第一层上的反射层的反射率为 30%,则信号幅值不及原值的 $1/3$ 。

本发明的目的是在充分利用现有的光盘存储技术及规模生产工艺手段的基础上,提供一种结构简单、且能与现有光盘兼容的大容量和高数据传输率的光存储方法。

本发明提出的数字彩色多层多阶光盘的数据写入方法包括以下步骤:

1、制备一个光盘,首先用模压的方法制作光盘盘基,在盘基上镀 n 个记录层,每个记录层为一种光致变色材料,在第 n 个记录层的外侧镀全反射层,光盘的 n 个记录层的总厚度小于物镜的焦深,盘基上带有信道,信道被分为多个扇区,每个扇区的开始是扇区格式码,用来标识该扇区,格式码后面是数据区,用来存储数据;

2、旋转光盘,上下调整物镜的位置,让光盘的 n 个记录层位于物镜的焦深之内,而且在以下步骤中,使光盘的 n 个记录层始终位于物镜的焦深之内;

3、沿光盘径向稍稍移动物镜,使物镜焦点位于光盘信道上;读取信道上一个扇区的格式码,计算该扇区和写入数据所在的目标扇区的距离;然后沿光盘的径向使物镜移动相同的距离,让物镜焦点到达上述目标扇区所在的信道;

4、将写入数据分解成 n 路,每路数据由一个激光器写入,各激光器发出的激光的波长互不相同,分别为 λ_i ($i=1,2,\dots,n$),随着光盘的转动,读取经过物镜焦点的每个扇区的格式码,等待上述目标扇区经过物镜焦点,当上述目标扇区的数据存储区域经过焦点时,根据上述 n 路数据,分别使 n 个激光器发出强度随时间变化的激光束,每个激光束的光强都有 m 个值 I_{il} ($l=1,2,\dots,m$),因此每个记录层都是 m 阶存储;

5、上述 n 束激光经过物镜、盘基后聚焦到光盘的 n 个记录层上，物镜为消色差物镜，使得波长不同的 n 束激光聚焦于同一点，由于 n 个记录层全部位于物镜焦深之内，随着光盘的旋转， n 路数据分别被写入光盘的 n 个记录层，物镜焦点始终保持在上述目标扇区所在的信道上，直到数据写入过程结束

本发明提出的数字彩色多层多阶光盘的数据读出方法包括以下步骤：

- 1、旋转光盘，上下调整物镜的位置，让光盘的 n 个记录层位于物镜的焦深之内；
- 2、沿光盘径向移动物镜，使物镜焦点位于光盘信道上；读取信道上一个扇区的格式码，计算该扇区和读出数据所在的目标扇区之间的距离；然后沿光盘的径向移动物镜，让物镜焦点到达上述目标扇区所在的信道；

- 3、随着光盘的转动，读取经过物镜焦点的每个扇区的格式码，等待上述目标扇区经过物镜焦点，当上述目标扇区经过焦点时，点亮 n 个半导体激光器，使它们发出不同波长的激光束，激光束的波长分别为 λ_i ($i=1,2,\dots,n$)，每个激光束的强度 I_i 不随时间变化，该强度小于光盘上 n 种光致变色材料中任何一种光致变色材料的光致变色反应阈值 A_i ；

- 4、上述 n 束激光经过物镜、盘基后聚焦到光盘的 n 个记录层上，物镜为消色差物镜，使得波长不同的 n 束激光聚焦于同一点，由于 n 个记录层全部位于物镜焦深之内，因此 n 种波长的激光可分别被 n 个记录层吸收；

- 5、上述 n 束激光分别被 n 个记录层吸收后，被全反射层反射，再经过物镜后进入 n 个探测器，该 n 个探测器分别接收 n 种波长的激光，检测 n 种波长激光的光强，根据光强变化读出 n 个记录层的数据，物镜焦点始终保持在上述目标扇区所在的信道，直到数据读出过程结束。

本发明的方法可以有效地增加光盘存储容量。设单个记录层有 C 个信道位，如果采用常规的单层二值存储，则光盘的容量为 C 比特；如果采用本发明的 n 层 m 阶存储，则光盘容量达到 $nC\log_2 m$ 比特。

本发明的另外一个突出优点是提高了数据读写的速度。速度和容量是存储系统的两个非常重要的指标，但一般的方法很难同时显著提高这两个指标。如 DVD 系统采用多层技术提高光盘的容量，它对光盘各层数据的读出是单独进行的，因此它的读出速度并没显著提高。在本发明中，用一个消色差物镜将 n 束激光聚焦于一个焦点，且 n 个记录层全在该焦点的焦深之内，因此对 n 个记录层的读写是同时并行的。在光盘转速相同的情况下，本发明的读写速度为对单层二值光盘读写速度的 $n\log_2 m$ 倍。

多个记录层并行读写不仅可以提高数据的读写速度，而且可以进行层间编码。层间编码不仅可提高编码速率，还可减少冗余数据，进一步提高盘容量。

附图简要说明：

图 1 为已有技术的数据读写原理图。

图 2 为本发明的数据读写原理图。

以下结合附图，详细介绍本发明的内容及所依据的原理。图 1 和图 2 中，1 是上记录层，2 是半透半反层，3 是下记录层，4 是全反射层，5 是保护层，6 是厚度补偿盘，71~

71~7n 是 n 个激光器, 8 是光束整合器, 9 是聚光镜, 10 是衍射光栅, 11~11n 是 n 个探测器, 12 是光束整合器, 13 是偏振分光器件, 14 是 $1/4$ 波片, 15 是消色差物镜, 16 是盘基, 171~17n 是 n 个记录层, 18 是反射层 19 是保护层。

本发明的光盘的 n 个记录层 171~17n 由 n 种不同的光致变色材料组成, 对这些记录层的读写由 n 个激光器 71~7n 和 n 个探测器 111~11n 完成。为了说明各记录层的读写原理, 将这些记录层、光致变色材料、激光器和探测器顺序编号, 在数据读写过程中, 记录层、光致变色材料、激光器和探测器互相一一对应, 即记录层 i 由光致变色材料 i 组成, 它的读写由激光器 i 和探测器 i 来完成。激光器 i 发出的激光的波长为 λ_i , 光致变色材料 i 的吸收波长为 λ_i , 它对波长为 λ_j ($j \neq i, j=1, 2, \dots, n$) 的光透明。当波长为 λ_i 的激光聚焦到光盘的 n 个记录层时, 只有记录层 i 会吸收该激光的能量, 其它的记录层对该激光完全透明。如果该激光的光强 I_i 小于一定阈值 A_i , 则记录层 i 仅仅吸收该激光的能量, 使该激光的强度减弱, 而材料本身不发生光致变色反应。记录层 i 对该激光的吸收作用的强弱取决于该记录层中光致变色材料 i 的量, 光致变色材料 i 越多吸收作用越强, 光致变色材料 i 越少吸收作用越弱。如果该激光的光强 I_i 大于一定阈值 A_i , 则记录层 i 吸收该激光的能量后部分光致变色材料 i 发生光致变色反应, 且发生光致变色反应的材料的量与该激光光强 I_i 的大小有关, I_i 越大发生反应的光致变色材料越多, 剩下的光致变色材料越少, I_i 越小发生反应的光致变色材料越少, 剩下的光致变色材料越多。将上述阈值 A_i 称为光致变色材料 i 的变色反应阈值。

波长为 λ_i 的激光聚焦到光盘的 n 个记录层时, m 个不同的激光强度值 I_{il} ($l=1, 2, \dots, m$) 使记录层 i 中的剩下的光致变色材料的量取 m 个可分辨的值 B_{il} , 这 m 个值 B_{il} 可以用来作 m 阶存储。读出时, 用波长为 λ_i 且强度 I_i 小于变色反应阈值 A_i 的激光聚焦到光盘的 n 个记录层上, 该激光经过 n 个记录层后被全反射层 18 反射回来。记录层 i 中光致变色材料的量不同, 反射回来的光束的强度就不同, 探测器 i 根据反射光束的光强值确定记录层 i 中的数据。

上述 n 种光致变色材料的光致变色反应产物对 n 个激光器发出的光都是透明的, 不影响对任何一种材料的读写。

由于 n 个激光器发出的激光束的中心光线不重合, 在进入主光路之前, 本发明用一个光束整合器 8 使 n 束激光的中心光线重合。类似地, 在返回光束离开主光路后, 根据光路可逆原理, 用一个同样的光束整合器将返回光束分开成 n 束激光, 分别进入 n 个探测器。

本发明使用的物镜 15 是一种消色差物镜。该物镜针对上述 n 种波长的激光消相差, 使得这 n 种波长的平行激光束聚焦于一点。

在数据读出过程中, 以及从数据写入过程的第 2 步开始, 需要不停地上下调整物镜的位置, 让光盘的 n 个记录层位于物镜的焦深之内, 该任务由自动调焦系统完成。有很多方法可以实现自动调焦, 如可以让一平行激光束经过物镜、盘基和记录层, 被全反射层反射回来, 再经过物镜后返回。如果物镜的焦点正好位于光盘的 n 个记录层上, 则返回

光束为平行光束；如果物镜的焦点位于光盘的 n 个记录层的上方，则为会聚光束；如果物镜的焦点位于光盘的 n 个记录层的下方，则返回光束为发散光束。通过观测返回光束是平行、会聚或发散光束，可以分别保持、向下或向上移动物镜，直到返回光束变成平行光束，即物镜焦点正好位于光盘的 n 个记录层上为止。自动调焦系统使用的 n 个激光器中的一个，如激光器 k 。需要注意的是在数据写入过程的第 5 步之前，该激光器发出的激光强度要小于光致变色材料 k 的变色反应阈值 A_k 。

数据写入过程的第 3 步以后，以及数据读出的第 2 步以后，需要让物镜焦点保持在信道上，该任务由自动跟踪系统完成。自动跟踪系统使用 n 个激光器中的一个，如激光器 j 。当物镜焦点偏离信道时，激光器 j 发出的激光经过物镜、盘基、 n 个记录层后被全反射层反射回来，如果物镜焦点偏离了信道，则返回光束的光强和位相分布会发生变化，据此可以沿光盘径向稍稍移动物镜，让物镜焦点回到信道上。需要注意的是在数据写入过程的第 5 步之前，该激光器发出的激光强度要小于光致变色材料 j 的变色反应阈值 A_j 。自动跟踪系统和自动调焦系统使用的激光器可以相同，也可以不同。

下面介绍本发明的实施例。

数字 4 波长 4 阶光盘数据读写方法。采用的 4 种波长分别为 680nm、630nm、550nm 和 480nm。消色差物镜的数值孔径为 0.6，焦深为 $1\mu\text{m}$ 。光盘盘基由有机塑料组成，厚度为 0.6mm，上面模压有信道和扇区格式码。全反射层为铝膜，其反射率在 70% 以上。

4 种光致变色材料为吸收带不同的螺吡喃，吸收峰分别为 680nm、630nm、550nm 和 480nm，吸收带的宽度非常窄。4 种光致变色材料的光致变色反应产物对上述 4 种波长的激光都是透明的。盘基上依次镀 4 种光致变色材料作为 4 个记录层，每层的厚度为 50nm。物镜对上述 4 种波长消色差，焦深为 $1\mu\text{m}$ 。

4 种光致变色材料它们的分子结构差别不大，除吸收峰不同外，其它光化学特性基本一致。未发生光致变色反应时，反射率在 20%，接近全部发生光致变色反应后，反射率在 60% 左右。在一定的时间内，光致变色反应的阈值为 2.5mW 左右，写入激光的强度为 0mW、4mW、9mW 和 15mW 时，可以使发射率分别为 20%、33%、47% 和 60%，分别代表 4 阶存储的 4 种状态：“00”、“01”、“10”、“11”。读出时，激光强度为 1.5mW。

自动调焦系统和自动跟踪系统均使用 480nm 的激光，其工作光强为 1.5mW。在数据写入过程中，写入数据要求激光的强度为 0mW 时实际使用 1.5mW 的激光，以保证自动调焦和自动跟踪系统仍能正常工作。因为 1.5mW 仍小于阈值 2.5mW，写入数据仍是正确的。

4 波长 4 阶存储可以将容量和速度提高到单层二值存储的 8 倍。

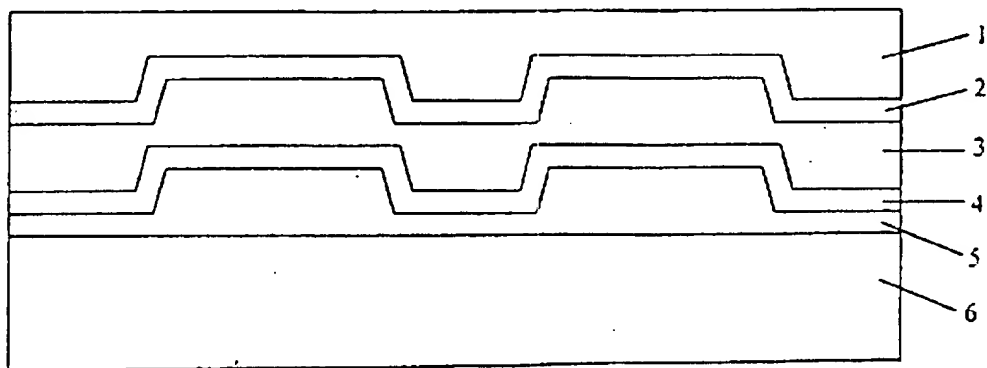


图 1

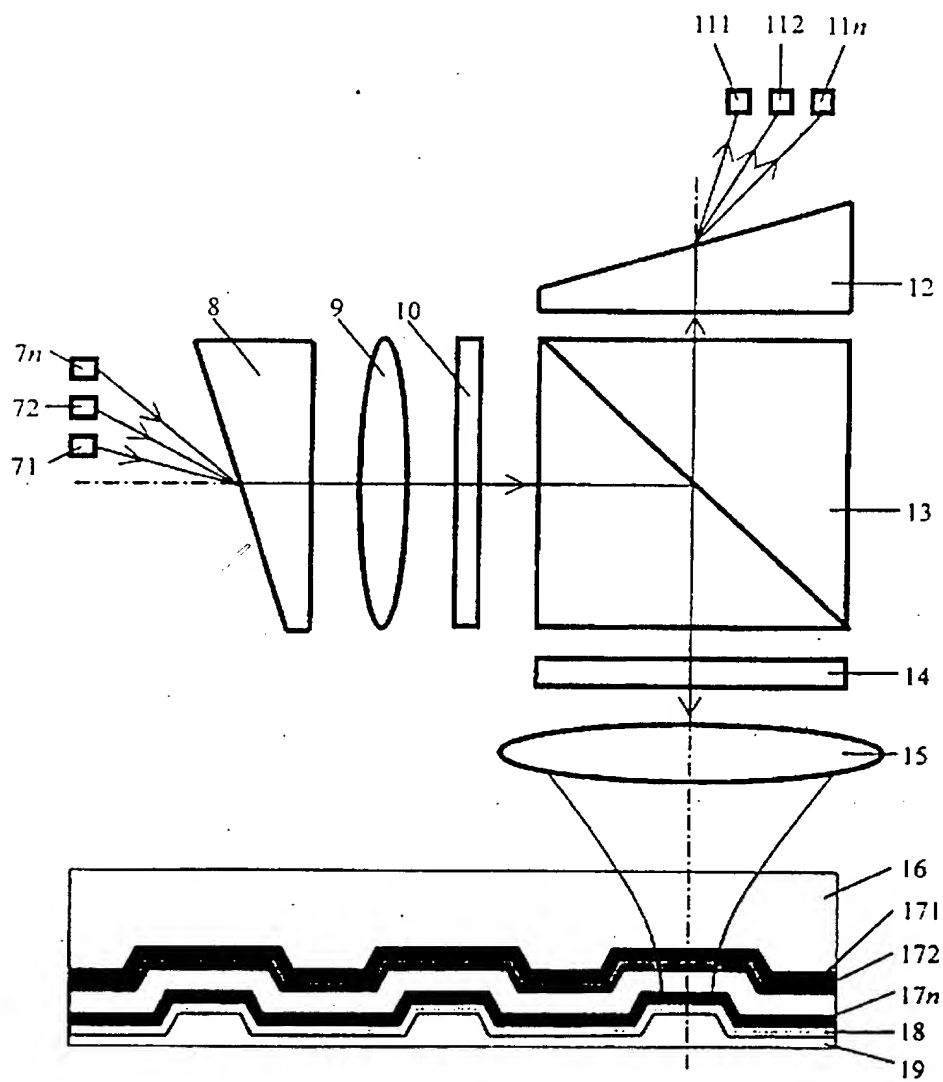


图 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.